



Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

Diseño de un sistema para la optimización de los sistemas productivos del sector secundario basado en modelos de mejora

¹*Senén Juárez-León*

**Ramón García-González*

**Cynthia García-Ortega*

Resumen

Hoy en día la prestación de un servicio o producto por parte de una empresa requiere de calidad para ser competitivo en el mercado, esto solo se puede alcanzar optimizando los procesos de producción, a través de la reducción de los costos, tiempo de producción, desperdicios de materiales, mano de obra, etc. El objetivo del proyecto es diseñar un sistema para la optimización de los sistemas productivos basado en modelos de mejora como PHVA, DMAIC, 5W + 2 H, Seis Sigma y manufactura esbelta para incrementar su productividad. La metodología que se utilizó fue la teoría de las capacidades dinámicas para identificar las estrategias de adaptación, después se utilizó el análisis con parámetros de relación para identificar los factores de vulnerabilidad. Los hallazgos coadyuvan en las buenas prácticas de manufactura, al incremento de la productividad, en la imagen empresarial, así como en el mantenimiento de la ventaja competitiva.

Palabras clave: Optimización, Six Sigma, Lean Manufacturing, DMAIC, ciclo PHVA

Abstract

Today, the provision of a service or product by a company requires quality to be competitive in the market; this can only be achieved by optimizing production processes by reducing costs, production time, waste materials, labor, etc. The project's objective is to design a system for optimizing production systems based on improvement models such as PHVA, DMAIC, 5W + 2H, Six Sigma and lean manufacturing to increase productivity. The methodology used was the theory of dynamic capacities to identify adaptation strategies, and then the analysis with relationship parameters was used to identify vulnerability factors. The findings contribute to good manufacturing practices, increased productivity, business image, and the maintenance of competitive advantage.

Keywords: Optimization, Six Sigma, Lean Manufacturing, DMAIC, PDCA cycle

¹ TecNM/Instituto Tecnológico de Tehuacán

Introducción

El presente proyecto es de tipo investigación aplicada en el cual se prueba que las herramientas de las grandes empresas, principalmente del sector automotriz se pueden aplicar a las MiPymes realizando ajustes permitientes a las herramientas, posteriormente se aplican y se interpretan los resultados para la toma de decisiones y con ello mejorar la productividad de estas.

“El mudo cada día está más globalizado, con un proceso de interconexión financiera, económica, social, política y cultural que se acelera por el abaratamiento de los transportes y la incorporación de las tecnologías de la información” (Gutierrez Pulido, 2020), que si las MyPimes no lo toman en cuenta tendrán problemas de baja productividad, en sus líneas de producción así lo afirma la cámara de la industria del calzado de Guanajuato. México, por desconocimiento de las herramientas de mejora como son: el ciclo PHVA (Cuatrecasas & González Babón, 2017), el sistema DIMAIC, Seis sigma que controla variabilidad (Altman, 2018), manufactura esbelta (Madariaga, 2020), 5 W + 2 H (Oliveira, 2021), la gestión del cambio es otro factor que no es fácil implementarlo (Motolinía, 2019). Todas las herramientas antes mencionadas se combinaron para desarrollar un método de mejora ajustado a las necesidades de las MiPymes (ver cuadro 1).

Cuadro 1

Herramientas de mejora

5W y 2H	PHVA	DMAIC	A3	8D/PSP
¿Qué? ¿Por qué? ¿Quién? ¿Cuándo? ¿Dónde?	Planear	Definir	Definir el problema	1 crea un equipo y recolectar la información
		Medir	Describir la situación actual	2 describe el problema
			Establecer un objetivo	3 define acciones de contención
		Analizar	Analizar la causa raíz	4 analiza las causas raíz
			Desarrollar contra medidas	5 define posibles acciones correctivas
¿Cómo? ¿Cuánto?	Hacer	Implementar	Analizar las contra medidas	6 implementa acciones correctivas
	Verificar	Controlar	evaluar resultados y procedimientos	7 define acciones para evitar recurrencias
	Actuar		Estandarizar los éxitos	8 felicita el equipo de trabajo

fuentes: propia

En el cuadro 1 se observa las equivalencias de cada método de mejora, en particular para el desarrollo del presente proyecto se utilizó el método DMAIC como modelo base y aplicando las equivalencias de las otras herramientas en el desarrollo del presente trabajo en las diferentes fases.

Patricia Pérez Sotero, consultoría en ingeniería, comenta que una organización es productiva si ha hecho un uso inteligente de los recursos, no ha malgastado los materiales ni se han producido desperdicios durante el proceso, así como el Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República de México menciona que la empresas se encuentran en un proceso de aprendizaje con una serie de limitaciones lo que da como resultado baja productividad y calidad colocándolo en desventaja competitiva a nivel internacional. El objetivo del presente trabajo de investigación es diseñar un sistema para la optimización de los sistemas productivos basado en modelos de mejora como PHVA, DMAIC, 5W + 2 H, Seis Sigma y manufactura esbelta para incrementar su productividad del sector secundario principalmente a las empresas dedicadas a la maquiladora de productos de PVC para el sector agrícola, basado en los sistemas de mejora de las grandes empresas.

Metodología

El sector maquilero de productos de PVC en la región de Tehuacán, Puebla, México que se dedica a la fabricación de piezas especiales para uso agrícola presenta un alto índice de costos de producción, mismos que se ve reflejado en altos desperdicios de Mano de obra, materia prima, reprocesos, tiempos muertos, entre otros aspectos. Para atender el presente problema se aplicó la metodología que se muestra en el cuadro número 1, el cual permitió establecer un sistema de mejora continua.

En particular en la fase definir se utilizó una hoja de verificación para identificar cuáles son los problemas más importantes, apoyado con un Diagrama de Pareto de 3 niveles, posteriormente se realizó una serie de tiempo para analizar el comportamiento de las pérdidas económicas y en base a ello definir un objetivo SMART para lograrlo en un plazo de 3 meses.

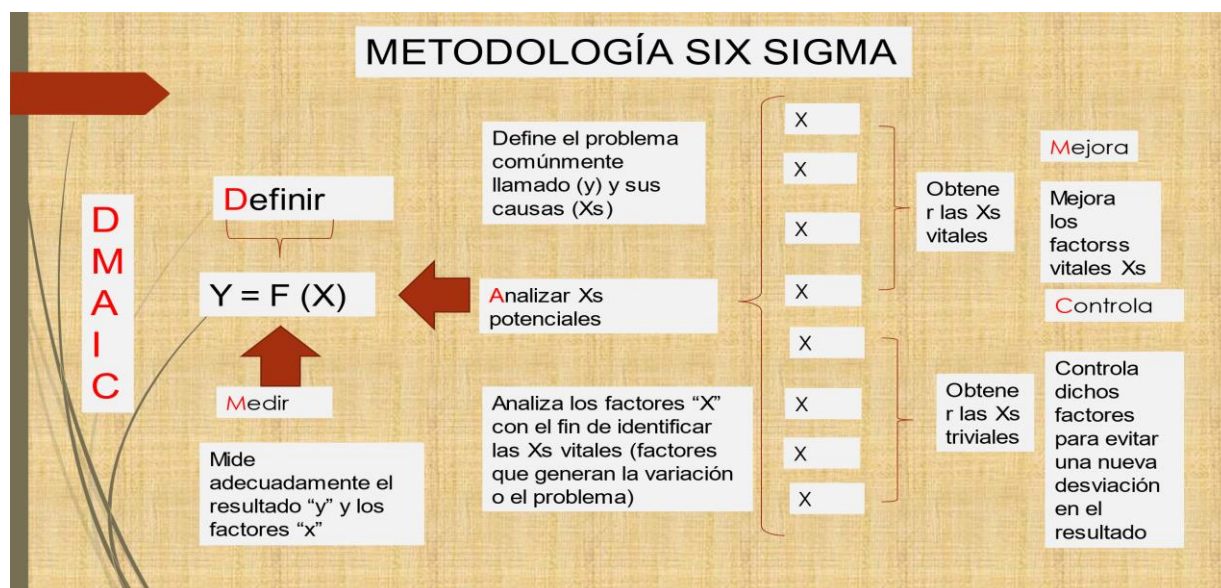
En la fase medir se recolectaron datos sobre la temperatura detectando que el equipo de medición no está calibrado y el personal no tiene las habilidades y destrezas, En la fase analizar apoyado con un diagrama de Ishikawa se llegó a la conclusión que la falta de mantenimiento en los equipos y la falta de capacitación del personal contribuyen a las pérdidas económicas. En la fase implementar, después de realizar una serie de mejoras como es mantenimiento preventivo, capacitación del personal, entre otros factores se volvió a recolectar la información y se observó que si mejoro sustancialmente la eficiencia y por ende incremento el nivel de calidad de los productos reduciendo los costos y desperdicios. Finalmente, en la etapa controlar se diseñaron formatos para detectar en tiempo real cuando el sistema de producción no cumple con las especificaciones. La conclusión a la que se llegó

es que, si es factible adaptar una serie de herramientas y modelos de mejora del sector automotriz y de las grandes empresas a las MyPimes.

Para tener más claro el método desarrollado revisar la imagen número 1, De acuerdo a la metodología DMAIC una parte neural es la primera fase definir [$Y = F(x)$] para lo cual se debe medir las variable (s) independiente (s), mismos que se deben tener bien identificados tanto Y como X, sin embargo, de acuerdo a la cultura que prevalece en el sector empresarial en la gran mayoría de las veces se recolecta la información sin detenerse primero a analizar si el equipo esta calibrado y si el personal está capacitado, por lo cual es importante que antes de empezar a medir es revisar si estas 2 variables están bien, de lo contrario se va a recolectar información y los resultados van a estar sesgados buscando en un mar de posibilidades la razón por la cual el proceso ya sea de servicio o de un producto están fuera de especificaciones

Imagen 1

Metodología six sigma



Fuente: propia

Posteriormente se realizó una combinación de otras herramientas de mejora continua como como son: las 5W + 2 H, ciclo PDCA, A3, las 8D y Los 8PSP (ver cuadro 1) donde se observa la equivalencia de las diferentes herramientas y con ello poder aplicarlo a las MiPymes. Cabe hacer mención que las 5 W y las 2H se aplica en cada una de las etapas del ciclo PHVA.

En el cuadro número 1 se observa las equivalencias de cada una de las herramientas de mejora, en base a este modelo, independientemente del servicio, producto, giro o tamaño de la empresa, se puede adaptar para implementar un sistema para incrementar su eficiencia eliminando todos los

despilfarrados que puedan existir dentro de una organización, cabe hacer mención que este modelo no funciona si el personal de la empresa desde la alta dirección hasta los mandos más bajos no cambian la cultura empresarial, eliminando malos hábitos y tradiciones, es decir se debe cambiar la filosofía de trabajo.

De acuerdo con (Blasco Torregrosa, 2022) “Alcanzar eficiencia y la efectividad empresarial es un aspecto vital para las organizaciones y, como viene siendo tendencia desde hace muchos años, se puede lograr mediante la implementación de sistemas de gestión y metodologías de mejora continua”, de acuerdo con (Ticona Gregorio, 2022), los procesos de resolución de averías son complejos sin embargo aplicando herramienta Lean se puede mejorar, también se puede mencionar que de acuerdo al artículo “Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil” (Malpartida Gutierrez, y otros, 2021) “Six Sigma es una metodología que alinea los procesos de una empresa según los requerimientos de los clientes” y La implementación como una filosofía gerencial, permite alcanzar mejores niveles de productividad y competitividad, la cual está basada en la desviación estándar; siendo su fin reducir la variabilidad y/o defectos en los productos y servicios.

Tomando como base los comentarios mencionados se puede decir que Six Sigma es una metodología que se puede ajustar a cualquier empresa para incrementar su productividad, calidad y eficiencia de sus procesos. Además, se puede agregar que se mejoran las organizaciones volviendo más sostenibles y sustentables a través del tiempo por la cultura empresarial que se genera al trabajar con herramientas de mejora (Vargas Crisóstomo & Camero Jiménez, 2021).

Metodología DMAIC

De la gama de productos que maquilan, el CODO CAMP. 90° X 160MM SM es el que más pérdidas económicas tiene, misma que presenta mucha variación en la dimensión ocasionado por la falta de control de la temperatura en la máquina inyectora. Los resultados obtenidos fueron: que se tenía una pérdida semanal del \$58,160.60, fijando un objetivo de reducir las pérdidas en un periodo no mayor a 3 meses de \$ 58120.4 para lo cual se tuvo que revisar la calidad de los termómetros y la capacitación del personal en el manejo del equipo de medición y se implementaron una serie de herramientas de Lean como es el TPM, Kaizen, por mencionar algunas herramientas para la reducción de la variabilidad en el proceso y con ello reducir las pérdidas económicas de la empresa.

Como se mencionó anteriormente la fase más importante de cualquier proyecto Lean Six Sigma, es establecer la situación actual y definir el objetivo que se quiere conseguir y para que la definición sea útil y pragmática, se deben establecer unas métricas que sirvan para cuantificar el estado actual de los procesos. Estas métricas son necesarias para poder hacer un seguimiento de la evolución de la mejora del proceso y el grado de avance hacia los objetivos fijados. Esos objetivos deben tener asociado un

valor para cada una de las métricas, de tal forma que el equipo de trabajo disponga de una referencia con la que comparar el estado de los procesos en todo momento.

De acuerdo con (Ticono Gregorio, 2022) menciona que DMAIC es un procedimiento estructurado de resolución de problemas ampliamente utilizado en procesos, a menudo se asocia con actividades Six Sigma y casi todas las implementaciones de Six Sigma utilizan el proceso DMAIC para la gestión y finalización de proyectos. Sin embargo, DMAIC no está necesariamente vinculado formalmente a Six Sigma y se puede utilizar independientemente del uso de Six Sigma por parte de una organización (Ortiz porras, Salas Bacalla, Huayanay Palma, Manrique Alva, & Sobrado Malpartida, 2022). Es un procedimiento muy general. Por ejemplo, proyectos lean que se centran sobre la reducción del tiempo de ciclo, la mejora del rendimiento y la eliminación de desechos se pueden realizar de manera fácil y eficiente utilizando DMAIC. Las letras DMAIC forman un acrónimo de los cinco pasos; Definir, Medir, Analizar, Mejorar y controlar. la estructura DMAIC fomenta el pensamiento creativo sobre el problema y su solución, dentro de la definición del producto, proceso o servicio original. Cuando el proceso está funcionando tan mal que es necesario abandonar el proceso original y comenzar de nuevo, o si se determina que se requiere un nuevo producto o servicio, entonces el paso Mejorar de DMAIC en realidad se convierte en un paso de diseño. Una de las razones por las que DMAIC tiene tanto éxito es que se centra en el uso eficaz de un conjunto relativamente pequeño de herramientas. (MONTGOMERY, 2013)

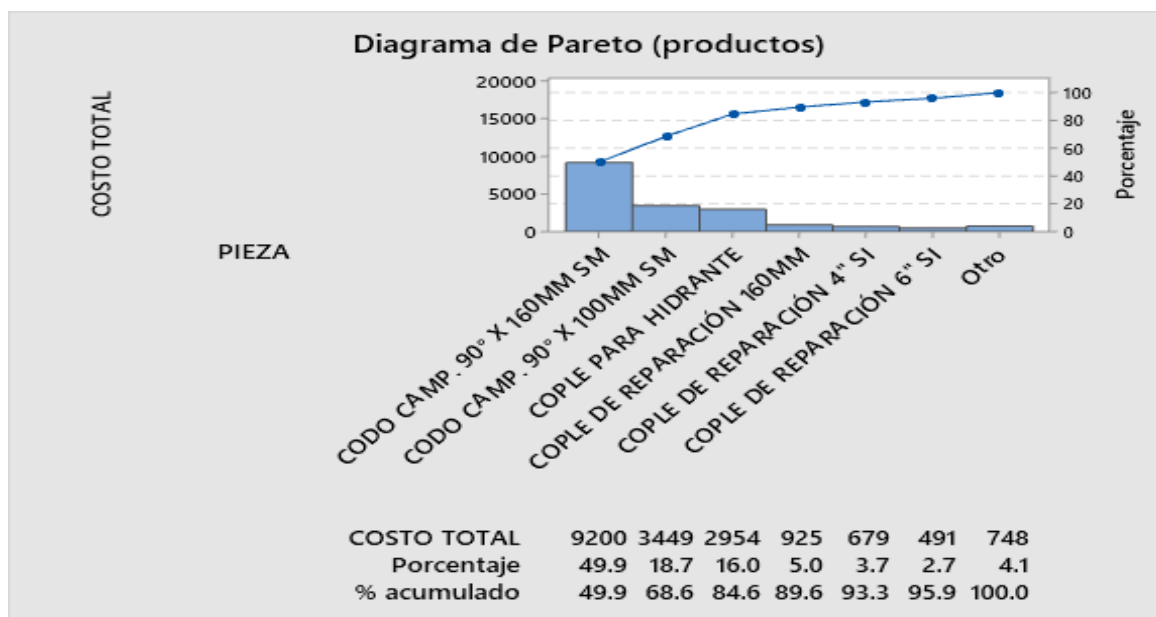
Resultados

La finalidad de desarrollar un modelo para incrementar la eficiencia en los procesos de productos o servicios basado en las diferentes herramientas de mejora es medir el impacto que tienen en la optimización de un sistema de producción mediante la implementación de dicho modelo, así como los cambios que se generan en el sector secundario, principalmente en las maquiladoras de productos de PVC. Los resultados que se obtuvieron se muestran en los apartados siguientes.

Una vez que se desarrolló el modelo que se muestra en la imagen número 1 se realiza la primera etapa del modelo DMAIC el cual corresponde a la fase definir donde a través de una lluvia de ideas y un diagrama de afinidad sirvieron de base para elaborar un Diagrama de Pareto de primer nivel determinando que el producto con mayores pérdidas es el codo camp (ver imagen 2), el cual representa el 49.9 % de las pérdidas económicas totales.

Imagen 2

Diagrama de Pareto primer nivel

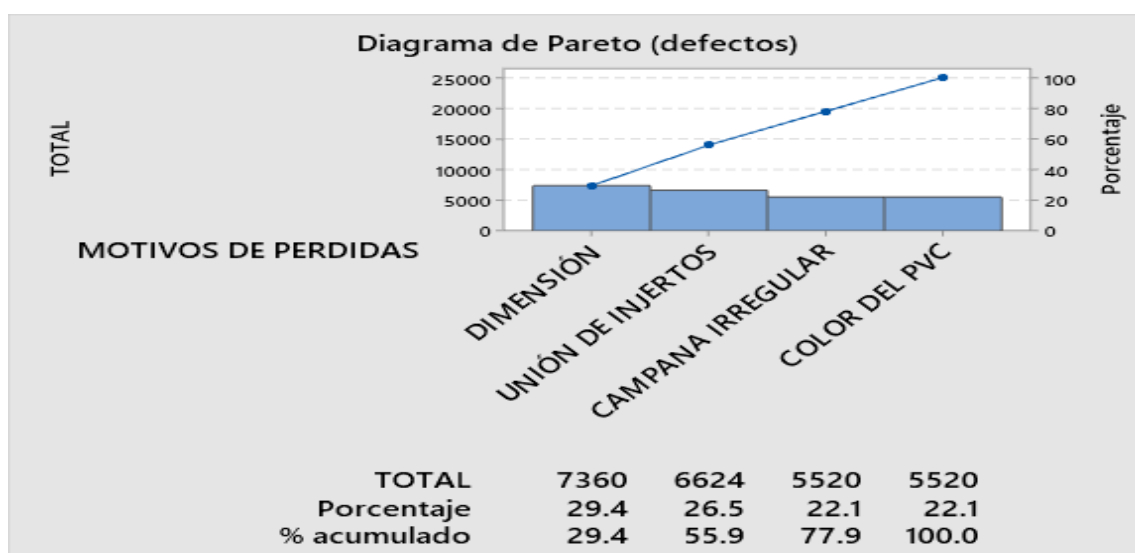


Fuente: propia

Siguiendo el método, para determinar cuál es el defecto más importante del codo Cam se elaboró un Diagrama de Pareto de segundo nivel en el cual se determinó que es la dimensión del codo Cam el defecto que más costo representa (ver imagen 3), ocasionado por la temperatura de la maquina (ver imagen 4), Diagrama de Pareto de tercer nivel.

Imagen 3

Diagrama de Pareto de segundo nivel



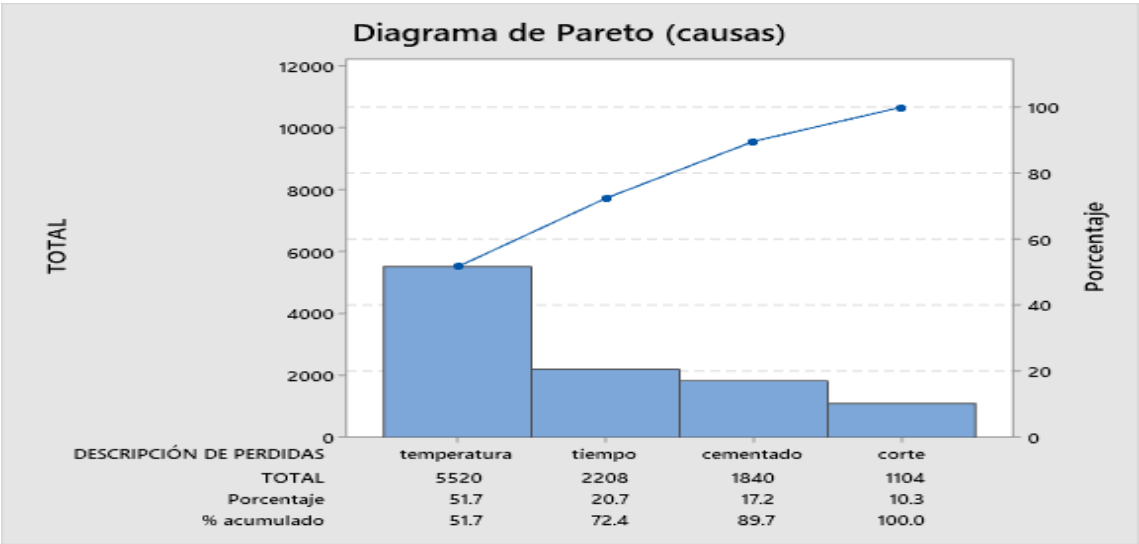
Fuente: propia

En la imagen número 3 se observa que la dimensión del codo Cam es el que más cuesta, el cual representa el 29.4 % del total de las pérdidas económicas, después de determinar cual es el defecto

mas importante se elaboró el diagrama de Pareto de tercer nivel (ver imagen 4) para determinar las causas por la cual las piezas están fuera de especificaciones.

Imagen 4

Diagrama de Pareto tercer nivel



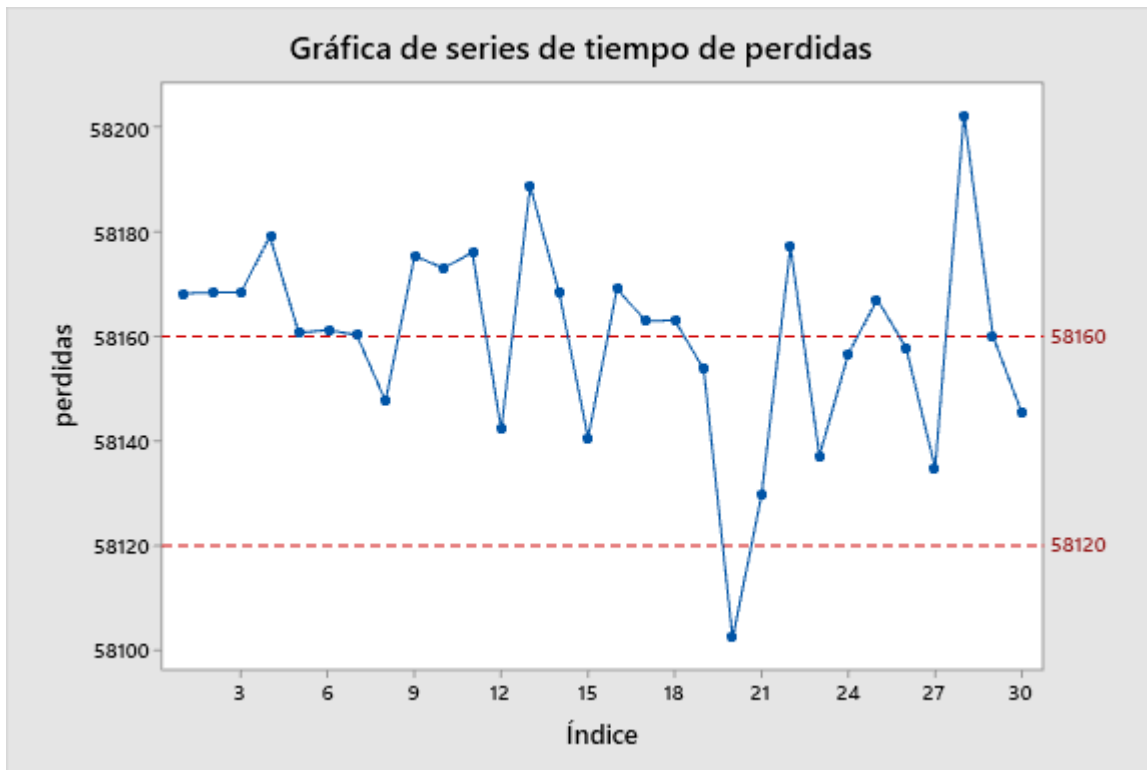
Fuente propia

En la imagen número 5 se observa que la temperatura es la causa que genera que las piezas salgan de especificaciones representando el 51.7 % del total de las causas.

Después de elaborar el Diagrama de Pareto de 3 niveles se procedió a elaborar una serie de tiempo para analizar el comportamiento de las pérdidas económicas y en base a ello definir el objetivo SMART que se debe lograr en un periodo de 3 meses. (Ver imagen 5).

Imagen 5

Serie de tiempo de pérdidas económicas



Fuente: propia

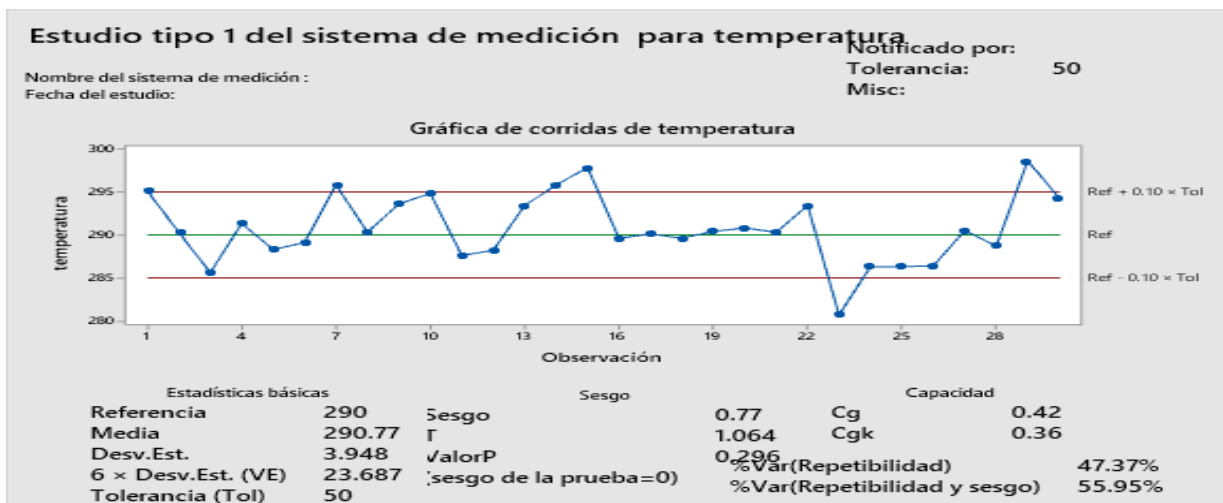
En la imagen 5 se observa que las pérdidas promedio por semana son de \$158,160.00 y el objetivo es reducir al 70 % de la brecha en un periodo de 3 meses para que los operarios se motiven con metas pequeñas y se eleve el sentido de pertinencia y contribuyan a propuestas de mejora

Una vez determinado los productos, los defectos, las causas que generan mayor pérdida y el comportamiento de las pérdidas económicas por semana se procedieron a medir el codo cam con un Vernier en el cual se encontró que los equipos están descalibrados y el personal responsable no está capacitado, por lo que procedió a implementar TPM y capacitación al personal. estas variables se midieron a través de las herramientas estudio de medición tipo I (ver imagen 6) y el estudio GR&R (ver imagen 7). Cabe hacer la aclaración que todas las gráficas fueron elaboradas con el software Minitab.

En la imagen número 6 se observa un Cg 0.42 y un Cgk 0.36 que es muy pequeño lo cual indica que los equipos no están calibrados, además se observa un 47.47 % de repetibilidad por lo cual se implementó TPM.

Imagen 6

Estudio tipo 1 del sistema de medición para temperatura



Fuente: propia

En la tabla ANOVA del estudio GR&R (ver tabla 2) se observa un valor de P para los operarios de 0.303 y un vapor de P para las partes de 0.287 por lo que se debe revisar primero la capacitación del personal y después revisar el equipo de medición

Tabla ANOVA de dos factores con interacción del estudio del sistema de medición método

ANOVA

Fuente	GL	SC	MC	F	P
partes	9	132.391	14.7101	0.63259	0.747
operarios	1	27.722	27.7222	1.19215	0.303
partes *	9	209.285	23.2539	1.32168	0.287
operarios					
Repetibilidad	20	351.885	17.5943		
Total	39	721.284			

α para eliminar el término de interacción = 0.05

Tabla ANOVA dos factores sin interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
partes	9	132.391	14.7101	0.76019	0.653
operarios	1	27.722	27.7222	1.43262	0.241
Repetibilidad	29	561.170	19.3507		
Total	39	721.284			

R&R del sistema de medición

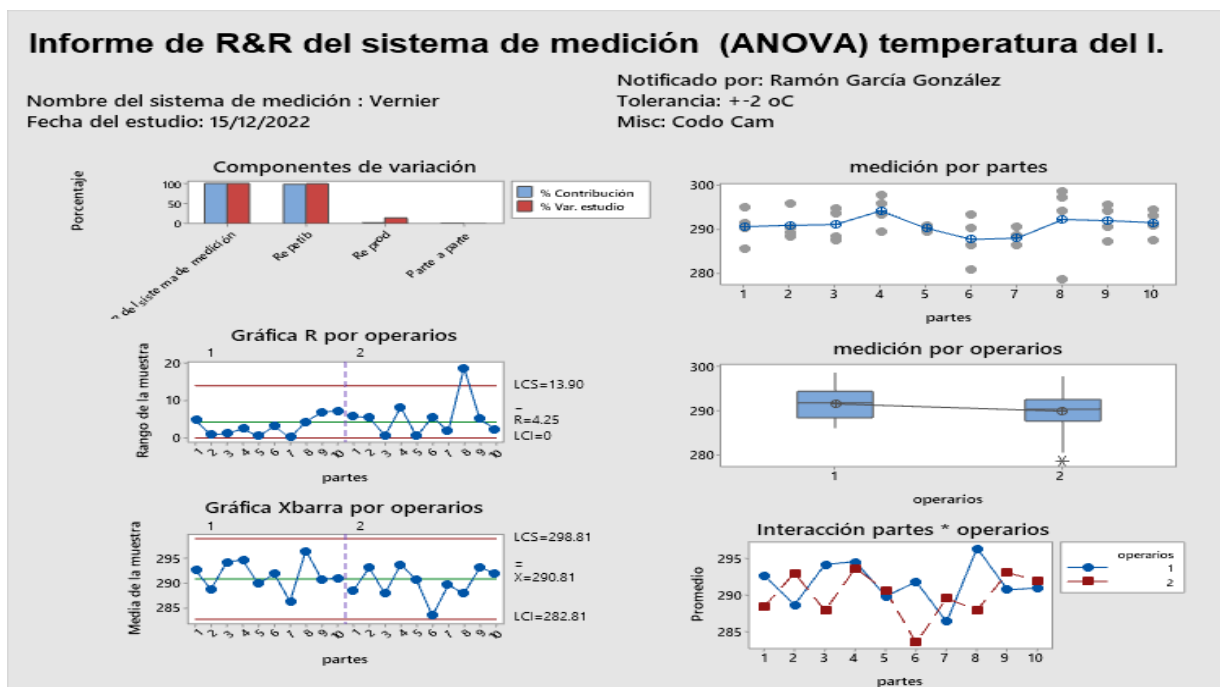
Componentes de la varianza

		%Contribución
Fuente	CompVar (de CompVar)	
Gage R&R total	19.7693	100.00
Repetibilidad	19.3507	97.88
Reproducibilidad	0.4186	2.12
operarios	0.4186	2.12
Parte a parte	0.0000	0.00
Variación total	19.7693	100.00

Evaluación del sistema de medición

Imagen 7

Informe de R & R del sistema de medición

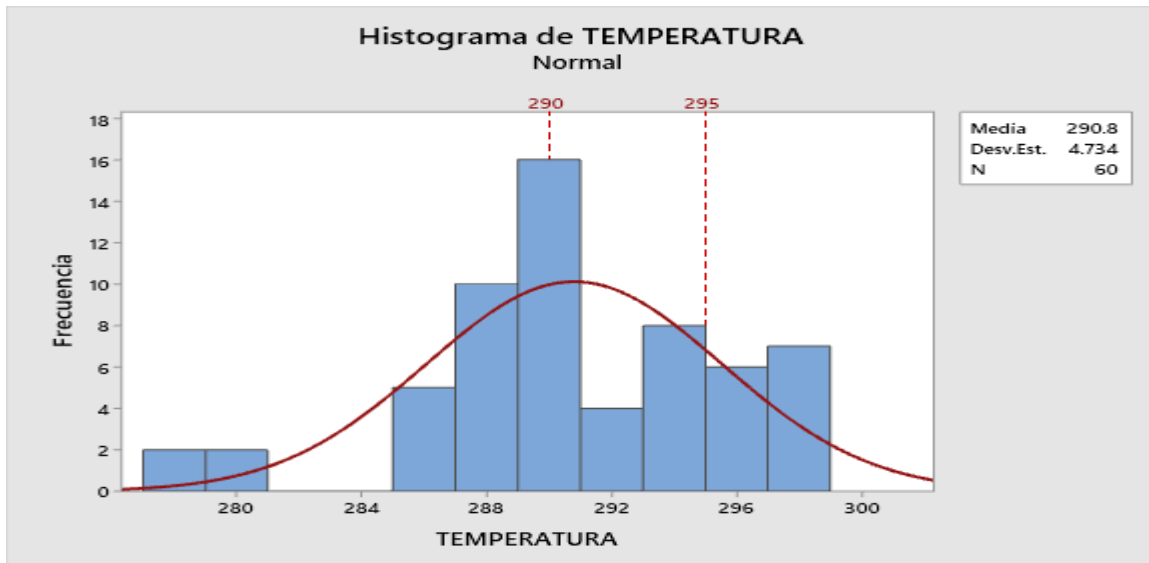


Fuente: propia

En la imagen 7 se observa que el operario 1 tiene menor variabilidad con respecto al operario número 2, por lo que se puede estandarizar el proceso del operario número 1, además se elaboró un histograma para ver la tendencia, forma y variabilidad de la temperatura (ver imagen 8).

Imagen 8

Histograma de temperatura



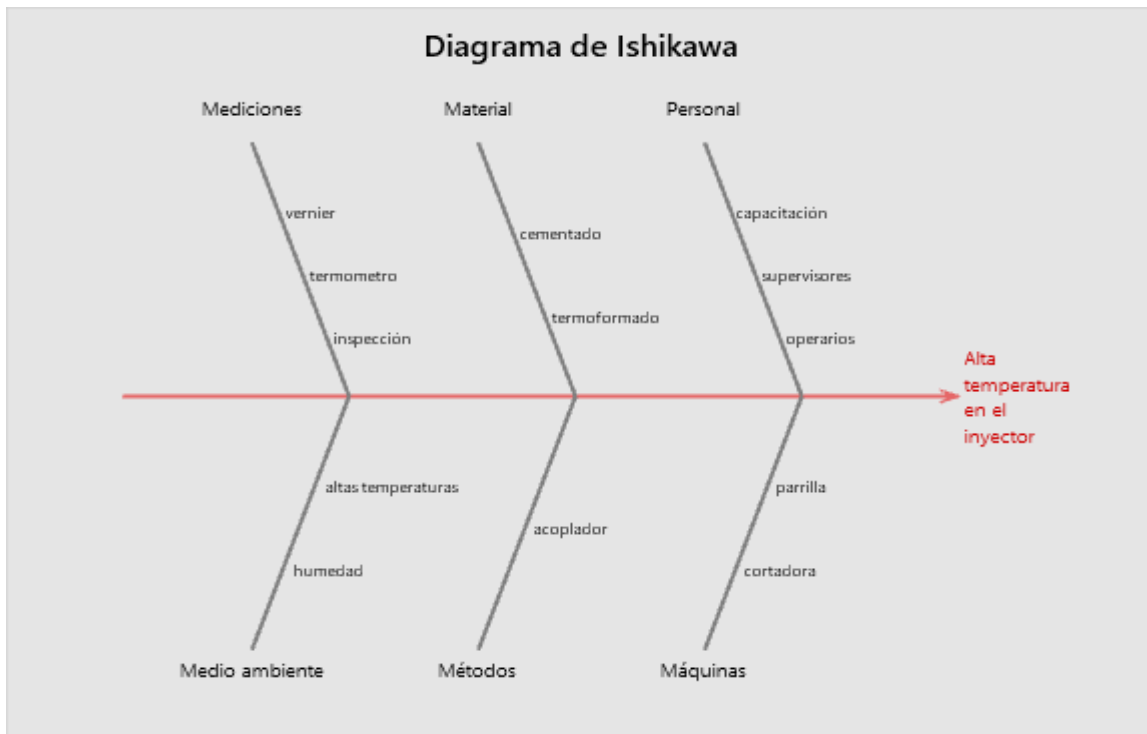
Fuente: propia

En la figura 8 se observa que la temperatura tiende al límite inferior y tiene una distribución normal pero con mucha variabilidad

Siguiendo la metodología, la fase 3 es analizar las causas por las cuales se tiene muchas pérdidas económicas a través de un diagrama causa efecto (ver imagen 9) detectando que el equipo de medición es lo que ocasiona que los productos no se estén midiendo correctamente por lo cual se implementó TPM y Andón.

Imagen 9

Diagrama de Ishikawa

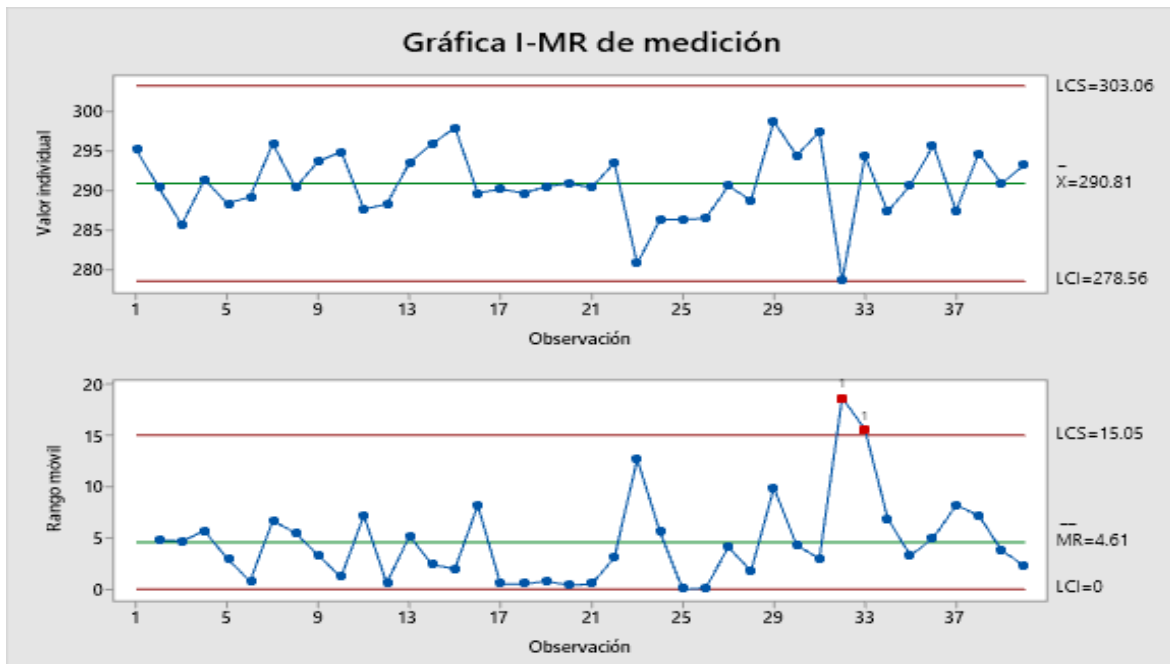


Fuente: propia

Es esta etapa también se realizó un gráfico de control (imagen 10) para analizar los valores de manera individual, observando que la media real de la temperatura es de 290.81, con ello se confirma lo que se mencionó anteriormente que la temperatura tiende hacia al valor inferior pero también se observa que 2 valores estas fuera del rango esperado por lo cual es importante determinar las causas de la variabilidad principalmente las lecturas 31 y 32 que no cumplen con la regla 1 de las 8 reglas que se deben cumplir en el análisis de los gráficos.

Imagen 10

Gráfica I-MR de medición

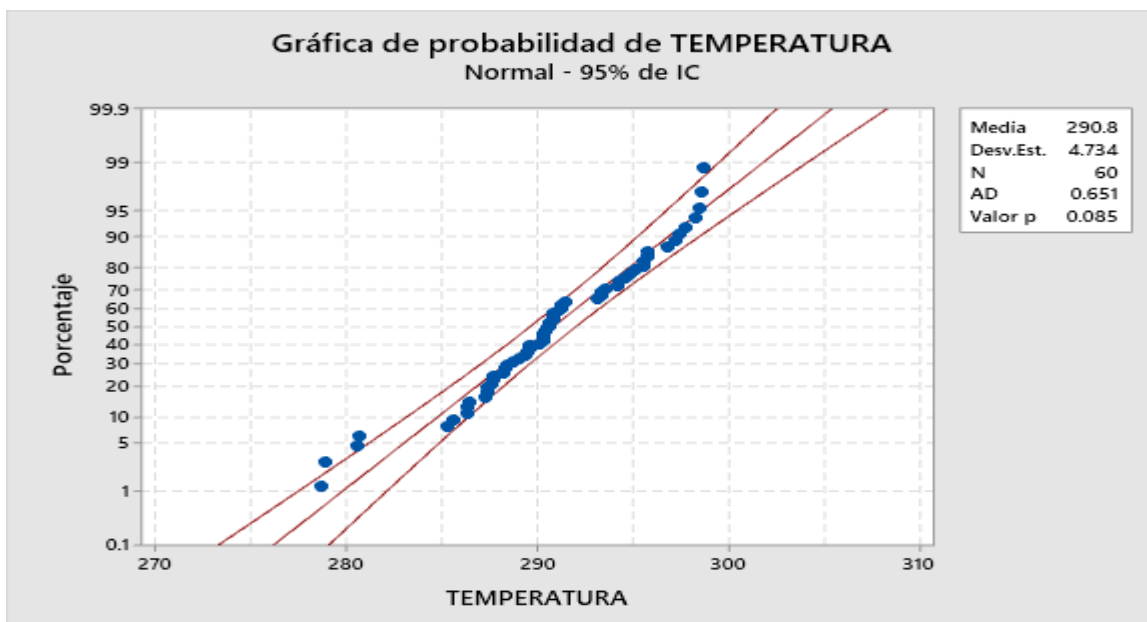


Fuente: propia

Otro punto importante en la fase 3 es probar que la distribución de probabilidad de la temperatura, misma que se observa en la (imagen 11) así como el diagrama de caja para tener mayor evidencia del comportamiento de la variable bajo análisis (ver imagen 12).

Imagen 11

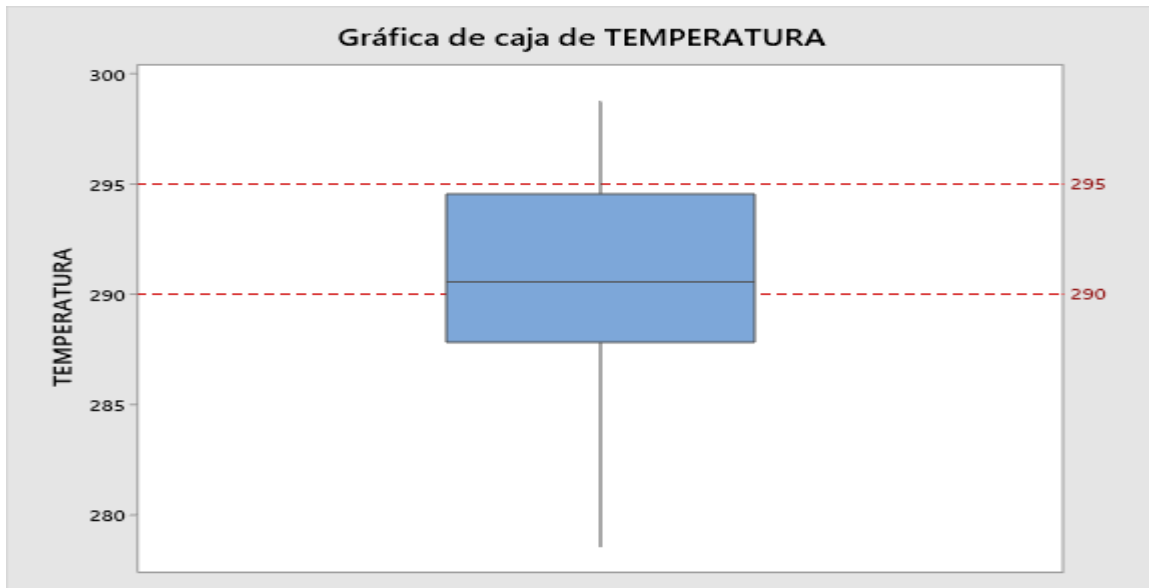
Gráfica de probabilidad de temperatura



Fuente: propia

Imagen 12

Gráfica de caja de temperatura



Fuente: propia

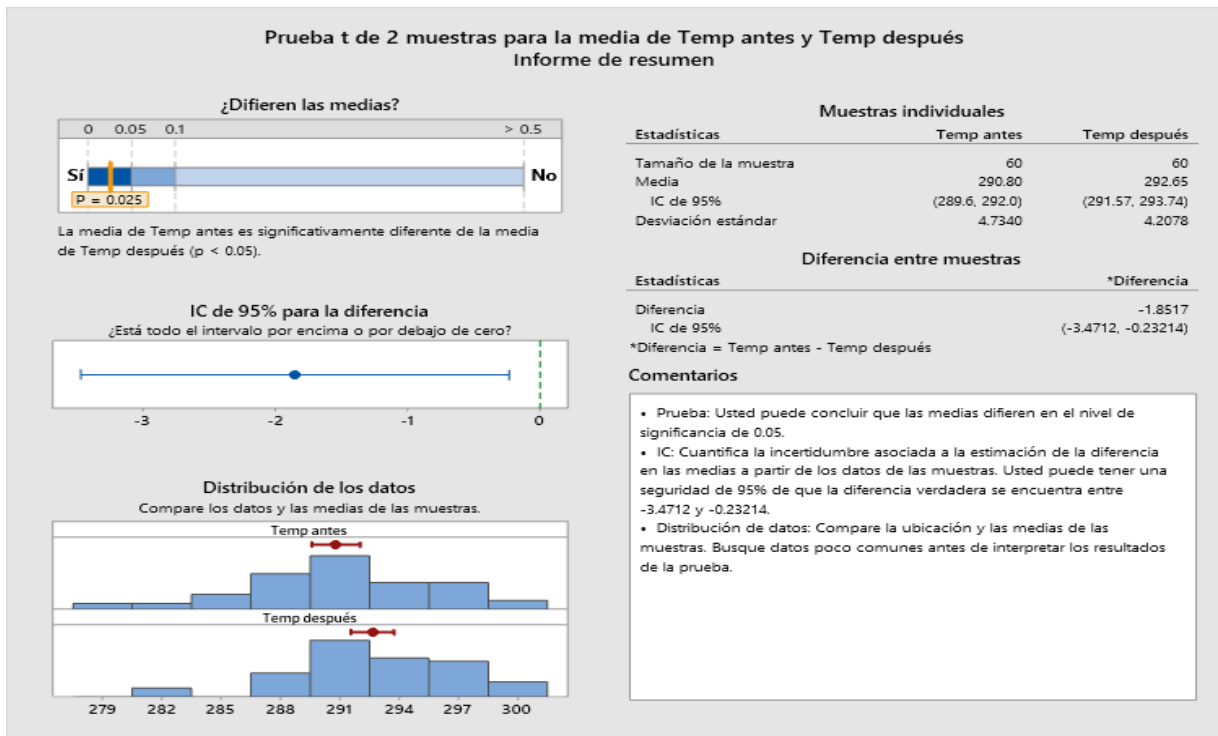
Se observa en la imagen 12 que presenta una línea corta (bigote) por encima de la caja y una línea muy larga en la parte inferior de la caja con ello se confirma que existen muchos valores por debajo del límite inferior.

Una vez realizado el análisis de nuestra variable (temperatura) de la dimensión de la pieza codo Cam se pasó a la fase 4 donde se procedió a implementar un sistema de mejora a través de un Poka Yoke, y se realizó un análisis de las propuestas de mejora para medir el impacto que tuvo en el proceso para lo cual primero se elaboró una prueba de hipótesis (ver imagen 13) en el cual se probó que si existe diferencia entre la media antes y después de la mejora y se observa por ejemplo que el histograma de la temperatura que si se modificó la media pasando de una media de 290.8 a 292.65. cabe hacer la aclaración que el paso a seguir es reducir la variabilidad.

Prueba de hipótesis

Imagen 13

Prueba 1 de 2 muestras para la media de temperatura ante y después



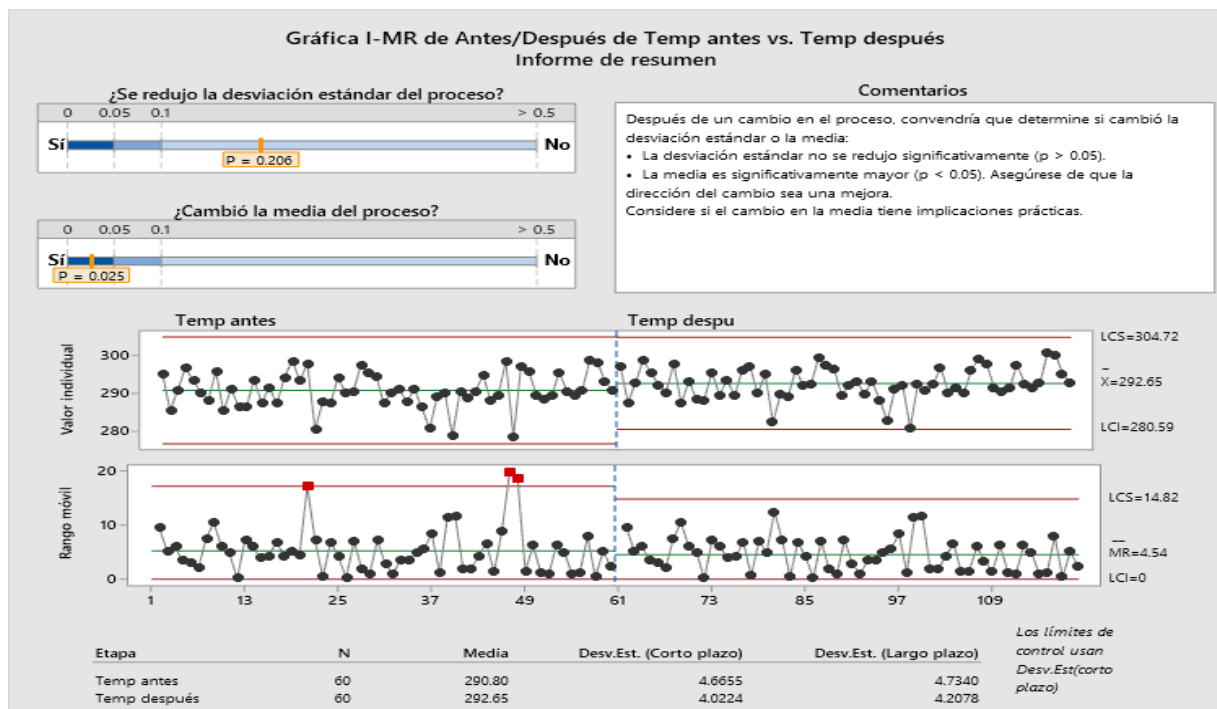
Fuente: propia

Otra de las herramientas que se aplicaron fue realizar una grafica de control para valores individuales para analizar el comportamiento de estos (ver imagen 14) para analizar el comportamiento de los datos antes y después de la mejora

En la imagen 14 se observa que los valores individuales antes de la mejora son más dispersos, así como la variabilidad es muy alta el cual se puede confirmar con los puntos que esta fuera del límite de control (puntos rojos).

Imagen 14

Gráfica I-MR de antes/después de temperatura

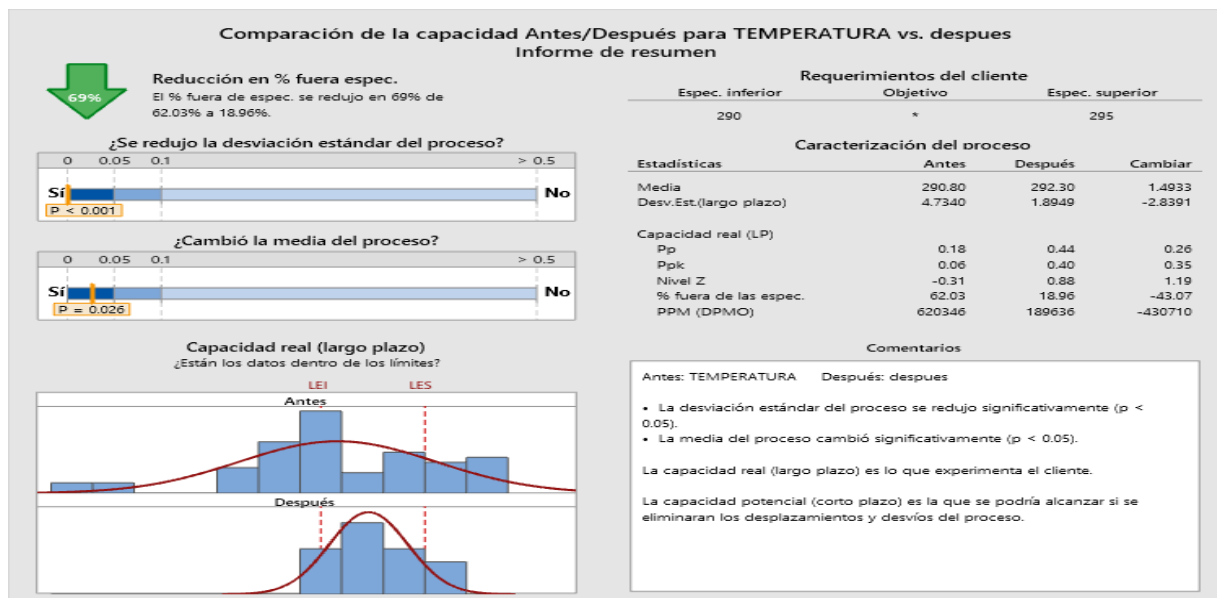


Fuente: propia

Finalmente se realizó una prueba de capacidad de proceso (ver imagen 15) en el cual se observa que la temperatura fuera de especificaciones se redujo en un 69 % pasando de 62.03% a 18.96 % y la desviación estándar a largo plazo paso de 4.73 a 1.89, el cual se puede observar en los histogramas de la imagen número 15. Después se pasó a la fase 5 que es controlar donde se realizaron propuestas de control o Andon.

Imagen 15

Comparación de la capacidad ante/después para temperatura



Fuente: propia

Al final del proyecto se determinaron los productos que más defectos presentan, las causas y los defectos que generaban pérdidas económicas al sector maquilero de productos de PVC, mismas que se pueden observar en las diferentes imágenes presentadas en el apartado de materiales y métodos, por lo cual se implementaron herramientas de manufactura esbelta como TPM, Poka Yoke, Andón, 5's, y estandarización, logrando una reducción del 70 % de las pérdidas totales en un lapso de 3 meses.

Según Gutiérrez Pulido el ciclo PHVA, es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización o como dice Motolinía cambios en los procesos ya sea a través de la introducción de nuevas TI o reestructuraciones de los sistemas productivos los empleados deben involucrarse con los clientes y el modelo de negocio debe actualizarse, además es cierto lo que menciona Madariaga cualquier proceso de mejora debe centrarse en la eliminación del despilfarro, mismos que pueden eliminar implementado una serie de herramientas de Lean manufacturing

Conclusiones

Se concluye que, desarrollando un sistema de mejora continua basada en la metodología de Six Sigma – Lean Manufacturing, se puede incrementar la productividad del sector secundario dedicado a la maquiladora de productos de PVC para el sector agrícola y mejorar la calidad de sus productos y servicios reduciendo sus costos de producción, eliminando desperdicios, movimientos innecesarios, entre otros factores, que dan como resultado una mayor competitividad dentro del mercado globalizado. Además, se puede mencionar que este modelo de mejora combinando una serie de herramientas de Lean se puede aplicar a cualquier tipo de empresas sin importar el giro o tamaño

debido a que es una filosofía flexible que se puede ajustar a las necesidades de cada empresa o área a bajo costo, haciendo énfasis que no se debe descuidar la parte humana porque es clave en la implementación de estas herramientas

Referencias

- Altman, H. (2018). *Six Sima: Guia Rapida Paso a Paso Para Mejorar La Calidad Y Eliminar Defectos En Cualquier Proceso*. Createspace Independent Publishing Platform.
- Blasco Torregrosa, M. (2022). *Nueva metodología de integración: six sigma + gestión de riesgos + gestión de la calidad. Aplicabilidad en pymes industriales de la comunidad valenciana*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Cuatrecasas, L., y González Babón, J. (2017). *Gestión integral de la calidad*. Editorial Paidotribo Mexico S De RL De Cv.
- Edge, J. (2019). *Lean Seis Sigma*. McGraw Hill.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad y productividad*. McGraw Hill.
- Gutiérrez Pulido, H. (2020). *Calidad y productividad 5a. edición*. McGraw Hill.
- Ibarra Balderas y Ballesteros Medina, V. M. (2017). Manufactura Esbelta. *conciencia Tecnológica*, 50-65.
- Idoipe, J. C. (2013). *Lean Manufacturing concepto, técnicas e implementación*. Creative Commons.
- Madariaga, F. (2020). *Lean Manufacturing*. Creative commons.
- Malpartida Gutierrez , J. N., Olmos Saldivar , D., Quiñones Chumacero , S. M., Ledesma Cuadros, M. J., Garcia Curo, G. M., & Diaz Dumont, J. R. (2021). Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Alpha Centauri*, 2(3), 72-90.
- Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to statistical quality control*. John Wiley & Sons. Inc.
- Motolinía, E. (2019). *Gestión del cambio*. Independently published.
- Oliveira, R. (2021). *5 Porqués: Herramienta de Análisis y Solución de Problemas*. Independently Published.
- Ortiz porras, J., Salas Bacalla, J., Huayanay Palma, L., Manrique Alva, R., y Sobrado Malpartida, E. (2022). Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean. *Industrial Data*, 103-135.
- SIGconsulting. (junio de 2018). Recuperado el 12 de DICIEMBRE de 2020
- Ticona Gregorio, H. (2022). Aplicación de Lean Six Sigma para mejorar el subproceso. *Industrial Data*, 25(1), 205-216.

- Ticono Gregorio, H. I. (2022). Aplicación de Lean Six Sigma para mejorar el subproceso. *Industrial Data*, 205-228.
- Vara, H. G. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y seis sigma* . En H. G. Vara, *Control Estadístico de la Calidad y seis sigma*.:McGraw Hill.
- Vara, H. G. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. En H. G. Vara, *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*.. McGraw Gill.
- VARA, H. G. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. McGraw Hill.
- Vargas Crisóstomo, E. I., & Camero Jiménez, J. W. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, 24(2), 1-20.
- W. Niebel y Freivalds Adrians, B. (2010). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. McGraw Hill.